

ANALISIS STRUKTUR ATAP BAJA DOUBLE SIKU RUMAH RETRET DI PARUNG-BOGOR JAWA BARAT

Anik Kustirini^{1*}, Bambang Purnijanto², Afrida Ranu I³, Galuh Cahyo Nugroho Wiguno⁴

^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Semarang
Jl. Soekarno Hatta, Tlogosari, Semarang, JawaTengah, Indonesia
e-mail : anik_krini@yahoo.co.id

ABSTRACT

Nearly most buildings in Indonesia currently use steel as a roof truss in addition to convenience, the speed of installation is also a consideration in choosing a steel roof truss, therefore Double Elbow steel will be used for this roof structure. Indonesian National Standart SNI-7971:2013 is a steel structure planning regulation (cold rolled). This regulation, can help design a Double Elbow steel structure that is safe and economical. This study discusses the planning of the Double Elbow steel roof truss with fink roof type and 21 m span length will be planned for an alternative structure using the LRFD design method. Pull rod, press and connection planning according to SNI 7971: 2013, and analyze the total weight of the structure and deflection that occur Results obtained from the assistance Sofewere SAP2000 V.14. The results of the planning, obtained profile design for horizontal bars are 2L 100.100.20 and 2L 65.65.9, 2L 65.65.9 vartical rods, Upper Diagonal Stem 2L 70.70.11, Middle Diagonal Stem 2L 70.70.11 and 2L 70.70.9 By using a 10mm Gusset Plate and Bolt type A 325 Diameter 12.7mm. Press calculation results obtained Pmax value = 13.7185 tons in 45 rods and pull Pmax values obtained = 12.33688 tons in rod 1 of these results, the distance between the bolts is 45mm, distance of the bolt to the edge of 30mm and 4 number of bolts.

Keywords: pull rod; compressive rod; deflection; connection

ABSTRAK

Baja sering digunakan sebagai rangka atap pada sebagian besar bangunan di Indonesia, selain kemudahan pemasangan juga kecepatan pemasangan menjadi pertimbangan ketika memilih rangka atap baja, itulah sebabnya baja double siku dipilih untuk digunakan sebagai konstruksi atap di bangunan rumah retreat ini. Peraturan perencanaan struktur baja (canai dingin), SNI 7971 : 2013 dapat membantu merencanakan struktur baja double siku yang aman, praktis dan ekonomis. Penelitian ini membahas perencanaan rangka atap baja Double Siku dengan tipe atap fink dan panjang bentang 21 m akan direncanakan struktur alternatif dengan menggunakan metode desain LRFD. Perencanaan batang tarik, tekan dan sambungan sesuai SNI 7971:2013, serta menganalisis berat total struktur dan lendutan yang terjadi Hasil didapat dari Bantuan sofewere SAP2000 V.14. Hasil perencanaan tersebut, diperoleh desain profil untuk batang horizontal adalah 2L 100.100.20 dan 2L 65.65.9, batang vertikal 2L 65.65.9, Batang Diagonal Atas 2L 70.70.11, Batang Diagonal Tengah 2L 70.70.11 dan 2L 70.70.9 Dengan menggunakan Plat Buhul 10mm dan Baut type A 325 Diameter 12.7mm. hasil perhitungan Tekan didapat nilai Pmax = 13,7185 ton dibatang 45 dan tarik didapat nilai Pmax = 12,3688 ton dibatang 1 dari hasil tersebut maka jarak antar baut yaitu 45mm, jarak baut ke tepi 30mm dan 4 jumlah baut.

Kata kunci : batang tarik; batang tekan; lendutan; sambungan

PENDAHULUAN

Kehadiran baja di Indonesia merupakan sebuah inovasi dalam pembuatan rangka kuda-kuda pada bangunan. Pemakaian material baja double siku dalam proyek-proyek gedung sudah tidak asing lagi. Dalam pengaplikasiannya digunakan tipe kuda-kuda, yaitu tipe Fink. Berdasarkan hal tersebut maka penulis mencoba membahas perencanaan rangka atap baja double siku bentang 21 m. Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan software SAP 2000 v.14 dan desain struktur secara manual sesuai peraturan Standart Nasional Indonesia, 2013. Hasil akhirnya diharapkan dapat diketahui hasil perhitungan kuda-kuda yang lebih efektif, ditinjau dari batang tarik, batang tekan dan lendutan yang terjadi.

Besi siku adalah batang besi berpenampang siku yang membentuk sudut 90° . Besi siku merupakan salah satu material yang berperan penting dalam industri konstruksi. Besi siku adalah material yang terbuat dari logam besi. Lebih spesifik lagi, material yang juga dikenal sebagai bar siku atau L-Bracket ini terbuat dari besi plat yang diberi lapisan antikorosi. Besi siku diproduksi dengan panjang standar 6 meter. Namun, besi siku memiliki ukuran lebar penampang dan ketebalan yang bervariasi.

Struktur rangka atap merupakan bagian penting dari struktur bangunan. Struktur atap adalah bagian dari bangunan yang menahan atau menyalurkan beban dari atap ke elemen-elemen struktural kolom (Sandjaya dan Suryoatmono, 2018). Ada beberapa penelitian terdahulu yang telah membahas penggunaan atap baja siku. Diantaranya adalah Nugroho (2013), hasil penelitiannya menyatakan bahwa penggunaan kuda-kuda kayu jati lebih berat dibanding baja siku. Dan dari segi biaya, untuk bentang kuda-kuda 6 m, biaya baja ringan lebih murah dibandingkan kayu jati, tetapi pada bentang 12 dan 21 m biaya penggunaan baja siku lebih mahal mengingat bertambahnya material baja ringan untuk mengantisipasi lentur yang merupakan kelemahan baja siku. Atap baja siku lebih efektif dan efisien dibanding kayu (Andriana dan Diana, 2016), serta memperlihatkan bahwa penggunaan material baja siku lebih ekonomis dari baja konvensional (Sutrisno dan Simanjutak, 2017). Dalam perakitan struktur rangka atap baja siku, perlu diperhatikan ketentuan pemilihan jarak antar kuda-kuda. Semakin besar beban yang harus dipikul, jarak kuda-kuda akan semakin pendek (Apriani et.al, 2017). Selain jarak antar kuda-kuda, perawatan harus dilakukan dalam pemasangan perangkat penghubung untuk mendapatkan sistem struktur yang stabil, kuat dan tidak merusak lapisan tahan karat. Baut biasa digunakan sebagai alat sambung (Sucipta et.al, 2013).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini, ditujukan pada pemilihan tipe kuda-kuda yang efisien dari segi berat struktur dan defleksi yang terjadi pada kuda-kuda Rumah retret (dengan bentang 21 m). Luas area bangunan adalah 42 x 21 m. Dengan berat penutup atap (genteng) sebesar 50 kg/m², maka digunakan jarak antar kuda-kuda 4,25 m dan sudut kemiringan atap 30° . Dilakukan analisis dimensi kuda-kuda untuk tipe Fink terhadap beban mati, hidup dan angin.

Analisis gaya batang dan lendutan menggunakan software SAP 2000 dan disain dimensi profil batang tarik, batang tekan dan sambungan, dilakukan dengan cara manual sesuai dengan peraturan SNI 7971:2013. Adapun langkah-langkah perencanaan dan perancangan komponen struktur atap secara deskriptif adalah sebagai berikut:

- a. Tentukan denah dan konfigurasi atap beserta sistem strukturnya.
- b. Estimasi dimensi elemen strukturnya.

c. Tentukan beban yang bekerja pada struktur.

d. Analisis struktur bangunan atap.

e. Desain elemen struktur termasuk detail joint dan perletakan serta alat sambungnya.

Pada perencanaan kuda-kuda, tahapan dalam perencanaan meliputi: data-data teknis, pembebanan kuda-kuda, dan kontrol kekuatan profil pada kuda-kuda. Tahapan dalam perencanaan kuda-kuda :

1. Menentukan data teknis atap

Bentang kuda-kuda	: 21 m
Jarak Kuda-Kuda	: 4,250 m
Jarak Gording	: 2,021 m
Sudut Kemiringan	: 30°
Gording	: Hollow Struktur Tube 150.100.4,5
Profil Kuda-Kuda	: 2L 70.70.9 ; 2L 70.70.11 ; 2L 65.65.9 ; 2L 100.100.20
Mutu Baja	: BJ 37, $f_y = 240$ Mpa, $f_u = 370$ Mpa
Penutup Atap	: Genteng

2. Menentukan pembebanan gording

Beban Mati	: 119,310 kg/m
Beban Pekerja	: 100 kg
Beban Air Hujan	: 137,428 kg
Beban Angin	: 25 kg/m ²

3. Menentukan kombinasi beban

- 1,4D
- 1,2 D + 0,5 L
- 1,2 D + 1,6 L + 0,8 W
- 1,2 D + 1,3 W + 0,5 L
- 0,9 D + 1,3 W

4. Menentukan pembebanan kuda-kuda

- Akibat beban atap
- Akibat beban gording
- Akibat berat kuda-kuda sendiri : beban permanen yang timbul dari berat profil baja yang difungsikan sebagai kuda-kuda
- Akibat beban hidup
- Akibat beban plafond
- Akibat angin tekan
- Akibat angin hisap

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pembebanan pada struktur kuda – kuda.dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Input Beban P pada Struktur Kuda-Kuda

Keterangan	Beban
Jarak antar gording	2,021 m
Beban penutup atap genteng	50 kg/m ²
Beban plafond dan rangka	18 kg/m ²
Beban hidup	100 kg
Beban angin tekan	H= 21,473 kg P= 37,193 kg
Beban angin hisap	H= 74,385 kg P= 42,946 kg

Sumber : Peneliti, 2020

Pembebanan gording diuraikan sebagai berikut :

1. Beban mati

Beban mati meliputi :

Beban penutup atap = 50 kg/m ² x 2,021	= 101,050	Kg/m
Berat gording	= 16,600	kg/m
<u>Berat <i>tracksting</i> (10% x 16,6 kg/m)</u>	<u>= 1,66</u>	<u>kg/m</u>
Beban mati (qD)	= 119,310	kg/m
$qD_x = qD \cdot \sin \alpha$	$= 119,310 \sin 30^\circ$	= 59,655 kg/m
$qD_y = qD \cdot \cos \alpha$	$= 119,310 \cos 30^\circ$	= 103,325 kg/m

Hasil perhitungan beban mati tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil PerhitunganBeban Mati

$M_x = \frac{1}{8} \cdot qD_y \cdot l^2$	$M_y = \frac{1}{8} \cdot qD_x \cdot l^2$
$M_x = \frac{1}{8} \cdot 103,325 \cdot 4,250^2$	$M_y = \frac{1}{8} \cdot 59,655 \cdot 4,250^2$

$$M_x = 233,288 \text{ kg.m} \qquad M_y = 134,690 \text{ kg.m}$$

Sumber : Peneliti, 2020

2. Beban hidup

Beban hidup pekerja $P = 100 \text{ kg}$

$$PL_x = P \cdot \sin \alpha = 100 \sin 30^\circ = 50 \text{ kg}$$

$$PL_y = P \cdot \cos \alpha = 100 \cos 30^\circ = 86,603 \text{ kg}$$

Hasil analisis beban hidup ada pada Tabel 3.

Tabel 3 . Hasil Analisis Beban Hidup

$M_x = \frac{1}{4} \cdot PL_y \cdot l$	$M_y = \frac{1}{4} \cdot PL_x \cdot l$
$M_x = \frac{1}{4} \cdot 86,603 \cdot 4,250$	$M_y = \frac{1}{4} \cdot 50 \cdot 4,250$
$M_x = 92,016 \text{ kg.m}$	$M_y = 53,125 \text{ kg.m}$

Sumber : Peneliti, 2020

3. Beban air hujan

Beban air hujan dengan massa 16 kg/m^2 , maka secara keseluruhan beban air hujan tersebut :

$$\text{Beban air Hujan} = 2,021 \text{ m} \times 16 \text{ kg/m}^2 \times 4,250 \text{ m} = 137,428 \text{ kg}$$

$$PH_x = 137,428 \cdot \sin 30^\circ = 68,714 \text{ kg}$$

$$PH_y = 137,428 \cdot \cos 30^\circ = 119,016 \text{ kg}$$

Hasil analisis beban hidup ada pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Beban Air Hujan

$M_x = \frac{1}{4} \cdot PH_y \cdot l$	$M_y = \frac{1}{4} \cdot PH_x \cdot l$
$M_x = \frac{1}{4} \cdot 119,016 \cdot 4,250$	$M_y = \frac{1}{4} \cdot 68,714 \cdot 4,250$
$M_x = 126,455 \text{ kg.m}$	$M_y = 73,009 \text{ kg.m}$

Sumber : Peneliti, 2020

4. Beban angin

Beban angin terdiri dari :

a) Beban Angin Tekan

$$W_{ty} = 0,20 \cdot 25 \cdot 2,021 = 10,105 \text{ kg/m}$$

b) Beban Angin Hisap

$$W_{hy} = -0,4 \cdot 25 \cdot 2,021 = -20,210 \text{ kg/m}$$

Analisis beban angin hisap ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Analisis Beban Air Hujan

$M_y \text{ tekan} = \frac{1}{8} \cdot W_{ty} \cdot l^2$	$M_y \text{ hisap} = \frac{1}{8} \cdot W_{hy} \cdot l^2$
$M_y \text{ tekan} = \frac{1}{8} \cdot 10,105 \cdot 4,250^2$	$M_y \text{ hisap} = \frac{1}{8} \cdot -20,210 \cdot 4,250^2$
$M_y \text{ tekan} = 22,815 \text{ kg.m}$	$M_y \text{ hisap} = -45,630 \text{ kg.m}$

Sumber : Peneliti, 2020

5. Kombinasi pembebanan gording

1,4 D

$$U_x = 1,4 (233,288 \text{ kg.m}) = 326,603 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,4 (134,690 \text{ kg.m}) = 188,566 \text{ kg.m}$$

1,2 D + 0,5 L

$$U_x = 1,2 (233,288 \text{ kg.m}) + 0,5 (126,455 \text{ kg.m}) = 343,173 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (134,690 \text{ kg.m}) + 0,5 (73,009 \text{ kg.m}) = 198,133 \text{ kg.m}$$

1,2 D + 1,6 L + 0,8 W

$$U_x = 1,2 (233,288 \text{ kg.m}) + 1,6 (126,455 \text{ kg.m}) + 0,8 (0) = 482,274 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (134,690 \text{ kg.m}) + 1,6 (73,009 \text{ kg.m}) + 0,8 (22,815 \text{ kg.m}) = 296,694 \text{ kg.m}$$

1,2 D + 1,3 W + 0,5 L

$$U_x = 1,2 (233,288 \text{ kg.m}) + 1,3 (0) + 0,5 (126,455 \text{ kg.m}) = 343,173 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 1,2 (134,690 \text{ kg.m}) + 1,3 (22,815 \text{ kg.m}) + 0,5 (73,009 \text{ kg.m}) = 227,792 \text{ kg.m}$$

0,9 D ± 1,3 W

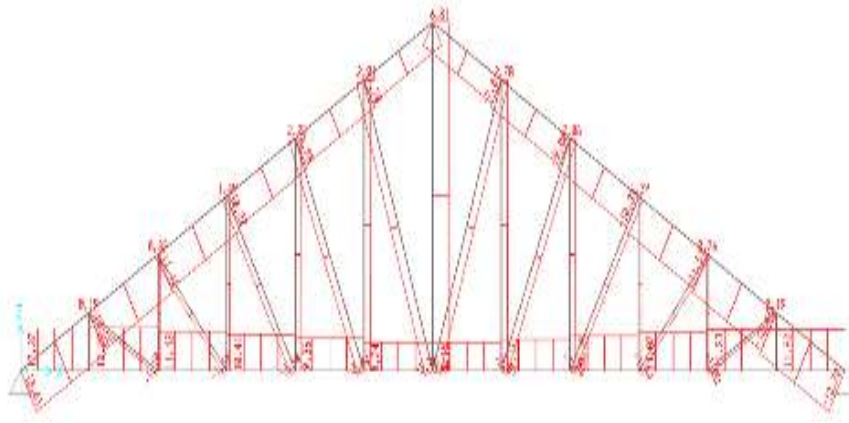
$$U_x = 0,9 (233,288 \text{ kg.m}) + 1,3 (0) = 209,959 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9 (233,288 \text{ kg.m}) - 1,3 (0) = 209,959 \text{ kg.m}$$

$$U_y = 0,9 (134,690 \text{ kg.m}) + 1,3 (22,815) = 150,881 \text{ kg.m}$$

$$= 0,9 (134,690 \text{ kg.m}) - 1,3 (22,815) = 91,562 \text{ kg.m}$$

Analisis gaya dalam dilakukan oleh software SAP2000 V.14 dengan nilai gaya maksimum seperti yang tertera pada tabel 2, dengan tanda – adalah batang tekan dan + adalah batang tarik. Keterangan batang bawah (batang 1 sampai dengan 12), batang atas (batang 34 sampai dengan 45), batang vertikal dan batang diagonal (batang 13 sampai dengan 33) terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi Gaya Batang

Sumber : Peneliti, 2020

Rekapitulasi gaya batang maksimum (hasil analisis SAP2000) ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rekapitulasi Gaya Batang Maksimum

Frame	Beban (ton)
Batang bawah	+12,3688
Batang atas	-13,7185
Batang diagonal	-3,4564
Batang vertikal	+6,8086

Sumber : Peneliti, 2020

Berdasarkan gaya nilai maksimum pada Tabel 6, dilakukan perhitungan dimensi batang tarik dan batang tekan secara manual sesuai peraturan SNI 7971:2013 dan pilihan profil baja dengan ukuran profil pada tabel 1. Hasil analisis batang tarik dan tekan tersebut dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rekapitulasi profil baja batang tarik dan tekan

Nama Batang	Tarik/Tekan	Profil
Batang bawah	Tarik	2L.100.100.20
Batang atas	Tekan	2L.70.70.11
Batang diagonal	Tekan	2L.70.70.9
Batang vertikal	Tarik	2L.65.65.9

Sumber : Peneliti, 2020

Hasil analisis lendutan yang diperoleh dari hasil output SAP2000, tertera pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai Lendutan Struktur Kuda-Kuda

Nilai lendutan (mm)	Lendutan ijin
------------------------	---------------

$$7,261 \times \frac{L}{240} = \frac{4250}{240} = 17,708 \text{ mm (OK)}$$

Sumber : Peneliti, 2020

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa :

- a) Batang bawah (tarik) menggunakan profil 2L.100.100.20
- b) Batang atas (tekan) menggunakan profil 2L.70.70.11
- c) Batang diagonal (tekan) menggunakan profil 2L.70.70.9
- d) Batang vertikal (tarik) menggunakan profil 2L.65.65.9

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, D.Y dan Diana, N.I.A. (2016). *Perbandingan Antara Struktur Rangka dengan Struktur Gable Pembangunan Renovasi Gedung Teknologi Mekani UPT Balai Latihan Kerja Kabupaten Sumenep*. Jurnal Ilmiah Mitsui. DOI: 10.24929/ft.v3i2.164.
- Apriani, W., Lubis, F dan Anggraini, M. (2017). *Analisis Sambungan Sekrup Pada Konstruksi Rangka Atap Baja Ringan Menurut SNI 7971:2013*. Siklus Jurnal Teknik Sipil, DOI: 10.31849/siklus.v3i2.380.
- Nugroho, F. (2014). *Baja Ringan Sebagai Salah Satu Alternatif Pengganti Kayu Pada Struktur Rangka Kuda – Kuda*. Jurnal Momentum ISSN : 1693-752X, 2014.
- Sandjaya, A dan Suryoatmono, B. (2018). *Studi Eksperimental Batang Tekan Baja Canai Ditingin Diperkaku Sebagian*. Jurnal Teknik Sipil, DOI: 10.5614/jts.2018.25.1.3.
- SNI and 1727-2013. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. Bandung Badan Stand. Indonesia, 2013.
- Sucipta,A., Saggalf, A dan Muliawan, S. (2013). *Analisa Pola Keruntuhan Konstruksi Rangka Atap dengan Menggunakan Profil Baja Ringan*. 2013.
- Sutrisno, S dan Simanjuntak, J.A. (2017). *Analisa Perencanaan Rangka Atap Baja Rngan Menggunakan Bahan Baja Ringan*. Educ. Build, DOI:10.24114/eb.v3i1.7440.